

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-203335

(43)Date of publication of application : 08.09.1987

(51)Int.Cl.

H01L 21/302

(21)Application number : 61-045991

(71)Applicant : ANELVA CORP

(22)Date of filing : 03.03.1986

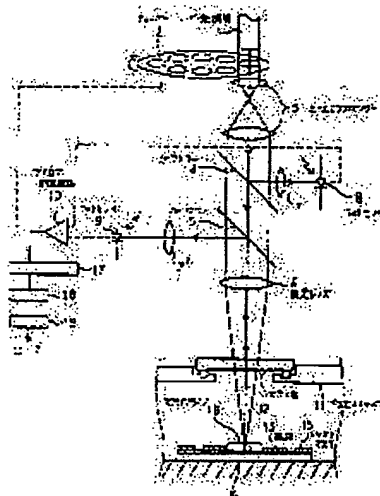
(72)Inventor : NOGAMI YUTAKA
TSUKADA TSUTOMU

(54) ETCHING MONITOR APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To monitor the etching by comprising a mechanism for squeezing the laser beam to the size less than the scribe line width, a means for detecting reflected reference light intensity for the incident light, an incident light chopper and a predetermined lock-in amplifier.

CONSTITUTION: A laser beam emitted from an oscillation tube 1 is chopped 2 by the frequency higher than the noise, it is then squeezed to the width less than the width of scribe line 16 through an expansion and condenser lenses 3 and 6, and the substrate 13 is irradiated with the laser beam through a glass window 12 of a chamber 11. The laser beam is partly extracted by a half-mirror 4, it is then condensed 7, laser beam intensity is sensed by a sensor 8, the reflected reference beams of front and rear surfaces of substrate 13 are extracted with the half-mirror 5, it is then condensed 7, and intensity is sensed by the sensor 9. Both signals are divided in analog 10, relative intensity is sensed, and the light beam is rectified 18, smoothed 19 and monitored through the lock-in amplifier 17. The amplifier 17 outputs only the signal having the same frequency and phase as those of the chopper. The etching comes to the end when reflected reference beam intensity is no longer changed. According to this structure, the etching condition may be monitored by avoiding variation of reflected reference beam intensity or high frequency noise.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-203335

⑬ Int.Cl.⁴

H 01 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

E-8223-5F

⑭ 公開 昭和62年(1987)9月8日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 エッチングモニター装置

⑯ 特 願 昭61-45991

⑰ 出 願 昭61(1986)3月3日

⑱ 発 明 者 野 上 裕 東京都府中市四谷5-8-1 日電アネルバ株式会社内
⑲ 発 明 者 塚 田 勉 東京都府中市四谷5-8-1 日電アネルバ株式会社内
⑳ 出 願 人 日電アネルバ株式会社 東京都府中市四谷5-8-1
㉑ 代 理 人 弁理士 村上 健次

明 細 書

1. 発明の名称

エッチングモニター装置

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体薄膜のエッチング状態をレーザー干渉法を用いてモニターするエッチングモニター装置において、

レーザー光のスポット径を基板上に描かれたスクライブライン巾以下に絞るビーム絞り機構と、入射レーザー光に対する反射干渉光の相対的強度を検知する光強度検知機構と、入射レーザー光をチョッピングするチョッパーと同一周波数及び同一位相を有する反射干渉光のみを検出するロックインアンプとを備えたことを特徴とするエッチングモニター装置。

(2) 前記スポット径を絞られたレーザー光の入射又は反射の方向を制御する方向制御機構を備えたことを特徴とする特許請求の範囲第

(1) 項記載のエッチングモニター装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体薄膜のエッチング状態をモニターするエッチングモニター装置に関する。

(従来の技術)

近年半導体デバイスの高集積化の要請に伴い、半導体デバイスは3次元多層構造の方向に進むとともに、高エッチレートのエッチング装置が出現している。このような状況下で、半導体薄膜のエッチングを行なう場合、オーバーエッチングを防ぐため、エッチングの終了時点を検出したり、エッチング深さを所定の値に制御することが重要視されている。

従来この種のモニター装置として発光分光分析法、ガス分析法、インピーダンス測定法、レーザー干渉法等を用いたものが知られている。しかし、発光分光分析法、ガス分析法、インピーダンス測定法によるとエッチング面積が小さい場合には、エッチング終了時の被測定量の変化量が少なくエ

エッチング終了の判定が困難であった。一方、レーザー干渉法は、レーザービーム照射部のエッチング状態を直接モニターする方法なので上記のような問題は生じない。

上記レーザー干渉法はエッチングすべき透明薄膜又は半透明薄膜(例えば、 SiO_2 、Poly-Si等)にレーザービームを照射すると、当該薄膜表面で反射された光と薄膜裏面からの反射光が干渉を起こし、この反射干渉光の光強度が薄膜の厚さに対して周期的に変化する一方、薄膜が完全に削られてしまえば上記のような干渉が起こらず、従って光強度の変化がなくなる現象を利用したものである。すなわち、反射干渉光強度の周期的変化によってエッチングの深さを検出することができ、当該光強度が変化しなくなった時点をもってエッチングの終了を確認することができる。

また、モニターされる薄膜が透明膜又は半透明膜であれば1本のレーザー発振管でエッチングの終点検出が可能である。更に所定の強度のビームを発振するレーザー管を使用すれば、真空室内の

プラズマ光に比べて充分な光強度をもった反射干渉光が得られるのでノイズや外乱等の影響を受けることなく確実にエッチング状態をモニターすることができる。

上記のような特徴を有するレーザー干渉法を利用した従来のモニター装置は、上記反射干渉光を得るために、パターンを焼き付けしていないモニター用基板を真空処理室内の試料台上に設置したり、基板上にわざわざモニターポートを設けたりしていた。

(本発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上記のようなモニター用基板上と、実際にエッチング処理が行なわれるべき基板上では、エッチング特性が異なるために正確なエッチング深さやエッチングの終了時点の検出ができないという問題があった。これは、エッチング特性が上層のレジスト薄膜の影響を受けることに起因する。

また、上記のようにモニター用基板を試料台上に置いたり、基板上にモニターポートを作ったり

等の特別な工程が必要なことから、設備の変更を伴ったり、モニター基板を置いた分だけスループットが悪くなり生産性が低下するという問題があった。

更に、レーザー光の強度の変動や装置につきものの振動・高周波ノイズに対して何らの対策も行なわれておらず、検出エラーの原因になっていた。

本発明は上記従来の欠点を解決し、正確なエッチング深さ及びエッチング終了時の検出ができるようにしたエッチングモニター装置を提供することを目的としている。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、上記の目的を達成するために半導体薄膜のエッチング状態をレーザー干渉法を用いてモニターするエッチングモニター装置において、

レーザー光のスポット径を基板上に描かれたスクライブライン巾以下に絞るビーム絞り機構と、入射レーザー光に対する反射干渉光の相対的強度を検知する光強度検知機構と、入射レーザー光をチョッピングするチョッパーと同一周波数及び同

一位相を有する反射干渉光のみを検知するロックインアンプとを備える構成にしている。

(作用)

チョッパー2によってチョッピングされたレーザー光は、スポット径をビームエクステンダー3及び集光レンズ6によってスクライブライン16巾以下に絞られ基板13に照射される。ハーフミラー4及び集光レンズ7を介してフォトセンサー8により入射光強度が検知される一方、基板13からの反射干渉光はハーフミラー5及び集光レンズ7'を介してフォトセンサー9により反射干渉光の光強度が検知される。そして、上記二つの検知信号はアナログ計算回路10に入力され、チョッパー2と同一周波数、同一位相の反射干渉光のみを検出するロックインアンプ17を介して光強度の周期的変化をモニターすることができる。

(実施例)

第1図は、本発明の一実施例を示したものである。

1はレーザー発振管(たとえばHe-Neレーザ

一)、2はチョッパー、3はビームエキスパンダー、4、5はハーフミラー、6、7、7'は集光レンズ、8、9はフォトセンサー、10はアナログ計算回路、11はプロセスチャンパー、12はチャンパー壁面に設けられたガラス窓、13は基板、14は被エッチング層、15はレジストマスク、16はスクライブラインである。

レーザー発振管1を発振させ、これより発するレーザー光を、その装置において測定に有害な程度の振巾で振動しているノイズの周波数(通常の装置においては比較的低周波)よりも充分大きな周波数でチョッパー2によりチョッピングする。

当該チョッパー2はレーザー光の基板13上への照射時間を短縮させる効果を持ち、光励起効果により非照射部分よりも照射部分におけるエッチングが促進されるのを抑えることができる。それでも光励起効果が、エッチング終了又はエッチング深さの判定に悪影響を及ぼす際には、使用レーザーの波長を変えればよい。

そして上記のようにチョッピングされたレーザ

ー光は2枚のレンズからなるビームエキスパンダー3と集光レンズ6との組み合わせによって基板13上に描かれたスクライブライン16の巾以下にスポット径を絞り込まれ(例えば $\phi 50 \mu m$)プロセスチャンパー11に設置したガラス窓12を介して基板13に向かって照射される。

一方、ビームエキスパンダー3と集光レンズ6との間に配置したハーフミラー4、5のうち、ハーフミラー4は、放射されたレーザー光の一定割合がフォトセンサー8に向かって反射するように配置されており、反射したビームは集光レンズ7によって集光され、フォトセンサー8で当該レーザー光の光強度を検知するようにしている。一方、ハーフミラー5は、基板13表面で反射するレーザー光と基板裏面からの反射光とが干渉して生じた反射干渉光を反射させて集光レンズ7'を介してフォトセンサー9で当該反射干渉光の光強度を検知するようにしている。

そして、上記2つの信号をアナログ計算回路9に入力することによって、入射レーザー光強度に

対する反射干渉光の相対的な強度を検知することが可能となり、ロックインアンプ17を介してモニターする。これによってレーザー入射光強度の変動に伴うエッチング状態の誤測定を回避することができる。

また、上記のようにチョッパー2によってレーザー光をチョッピングすると、当該チョッパー2と同一周波数・同一位相の信号のみを出力するように調整されたロックインアンプ17がチョッパー2と同期して信号処理をするようにしている。これによって比較的低周波の装置の振動起因の誤測定を回避できるとともに、高周波ノイズ起因の誤測定をも回避することができる。

尚、ロックインアンプ17の出力を整流18、平滑19しているのは、ロックインアンプ16からの出力をDC化し、その後の処理を容易にするためである。

第2図は、本願発明に係るエッチングモニター装置22を平行平板型ドライエッチングチャンパーに組み込んだものであり、第3図はその要部拡大図である。

大図である。

図中符号20は、プロセスチャンパー11に設置したX-Yステージであり、エッチングモニター装置22は、当該X-Yステージ20上に設置されている。

基板13上にはスクライブライン16が描かれており、当該ライン16上にレーザー光の照射部を位置決めするためには次のような操作を行なう。

すなわち、例えば $50 \mu m$ のスポット径に絞り込んだレーザー光を基板13上に照射し、その後X-Yステージ20をステッピングモニター21、21'で駆動し、1チップ分にあたる数mm角又は巾の範囲にわたってレーザー光をスキャンする。その際の反射干渉光強度の違いにより、基板12上で比較的大い範囲にわたって一様な被エッチング箇所となっているスクライブライン(巾約 $100 \mu m$)を見つけ、その直上でX-Yステージ20を静止させる。

以上の操作を行なってレーザー光の位置決めをした後にエッチングを開始する。

薄膜が、 SiO_2 やPoly-Siのような透明又は半透明膜の場合には、薄膜表面と薄膜裏面とでそれぞれ反射されたレーザー光は干渉を起こし、その強度は第4図に示す如く膜厚に対して周期的に変化する。この装置を、エッチング終了検出装置として使う場合は、反射干渉光の強度が変化しなくなったところをもってエッチング終了とすればよい。また、反射干渉の変化周期が(レーザーの波長)/(2×屈折率)であることより、エッチング途中に於けるエッチングレートを算出することも出来る。さらには、次式により

$$\Sigma R(t_i - t_j) \cdot (t_i - t_j) = \text{エッチング深さ}$$

$R(t_i - t_j)$: 時間 $t_i - t_j$ の間のエッチングレート

又は、エッチング開始時からの延べ位相変化量よりエッチング深さを知ることが出来る。以上の操作を通じて、ロックインアンプ17は、チョッパー2と同一周波数・同一位相の信号のみを出力するよう調整されている。

第4図は、回動自在な反射ミラーを使用してレ

ーザー光の方向を制御するようにしたものである。第1乃至3図と同一の構成要素について同一符号を使用し、その説明は省略する。

レーザー発振管1から放射されたレーザービームは、平行移動かつ回転可能な反射ミラー23によって全反射し、基板13に入射する。レーザービームの照射位置は、上記反射ミラー23の角度、位置を調節することによって決められる。そして基板13からの反射光は平行移動かつ回転可能な反射ミラー24によって全反射し、集光レンズ7'を介してフォトセンサー9に集光する。そして、検知された反射干渉光の強度の違いによりレーザー光の照射部をスクライブライン16上に位置決めすることができる。

反射ミラー23、24の動きは一方は回転だけでも上述の目的を達することは可能である。

なお、前記したアナログ割算回路10は、フォトセンサー8あるいは9からの出力をデジタル化し、マイクロコンピュータで処理するようにしてもよい。

また、レーザー光を入射させるガラス窓12の表面及び裏面での反射がデータの解析を複雑にする場合は、ガラス両面に使用するレーザー光に対する反射防止処理を施しておくといよい。

またレーザー光又は反射干渉光をフォトセンサー8、9方向に反射させるハーフミラー4、5であるが、必ずしもハーフミラーである必要はなく、入射光を一定の割合で透過反射するものであればよい。

以上述べてきたエッチングモニター装置は、ドライエッチングだけでなく、薄膜形成プロセスであるスパッタリングの、CVD等における薄膜形成状態をモニターする場合に適用可能である。

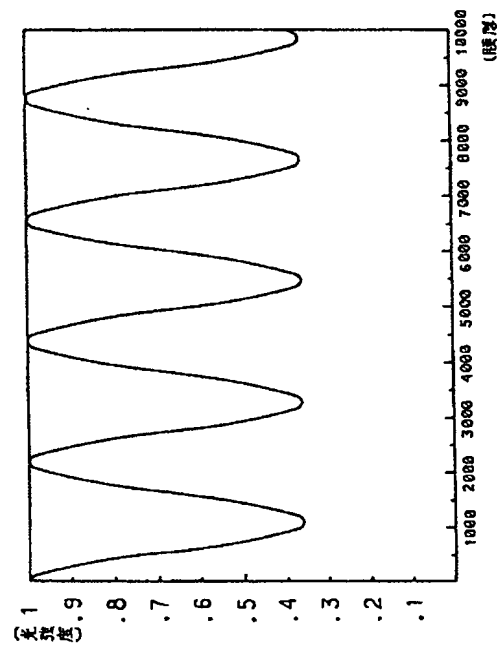
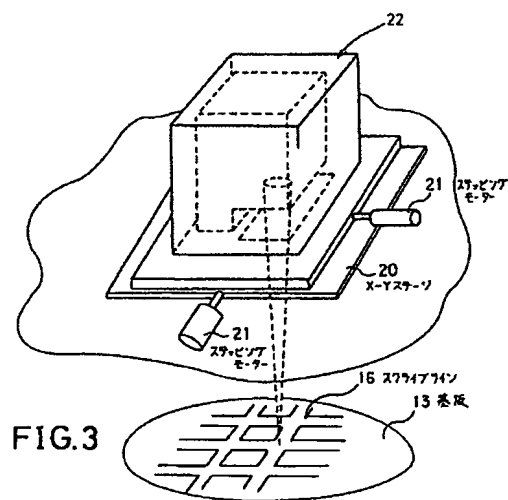
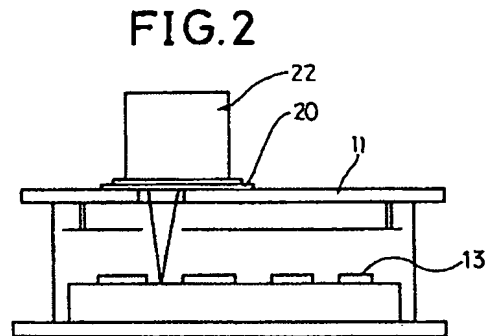
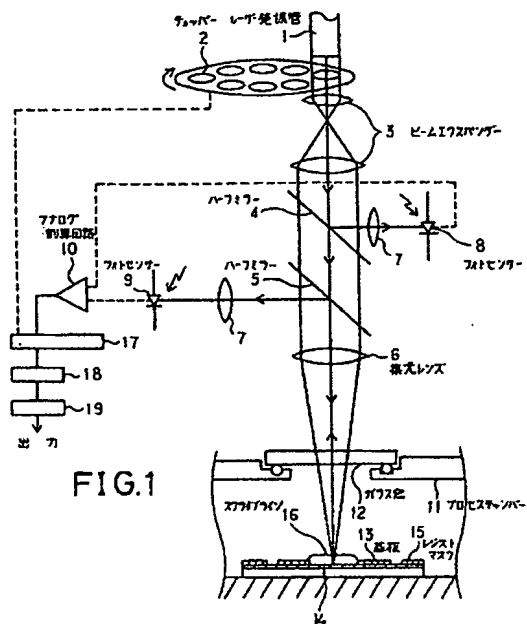
(発明の効果)

本発明の構成によって、モニター用ウエハの配置あるいはウエハ上にモニター部を設けることなしに、レーザー干渉法によりエッチング状態をモニターすることが可能となると同時に、レーザー光強度の変動、装置等の振動、高周波ノイズ等に基づく誤判定を回避することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の要部構成の原理的説明図、第2図はX-Yステージ上に設置した本発明に係る装置をドライエッチング装置に設置した状態を示した概略図、第3図は第2図の要部拡大図、第4図は SiO_2 膜に対する膜厚と反射干渉光強度の相関図、第5図はレーザー光の方向を反射ミラーを使用して制御する状態を示した本発明の要部構成の原理的説明図である。

1----レーザー発振管、2----チョッパー、3----ビームエクspander、4、5----ハーフミラー、6、7、7'----集光レンズ、8、9----フォトセンサー、10----アナログ割算回路、11----プロセスチャンバー、12----ガラス窓、13----基板、14----被エッチング層、15----レジストマスク、16----スクライブライン、17----ロックインアンプ、20----X-Yステージ、21、21'----ステッピングモーター、23、24----反射ミラー。



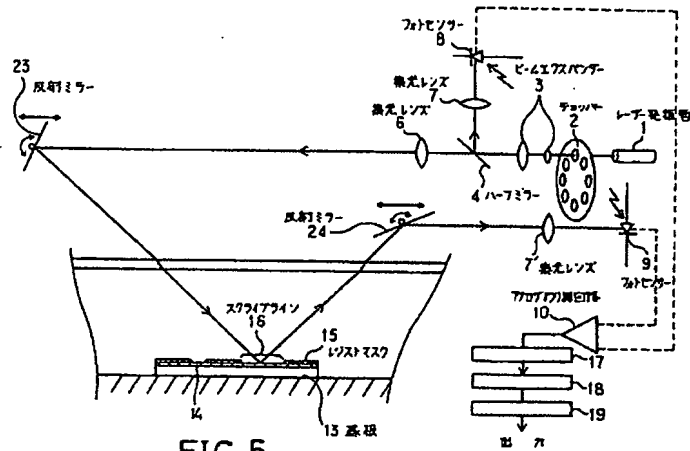


FIG. 5

手続補正書 (自発)

昭和61年10月27日

特許庁長官 黒田 明雄 殿

明細書第5頁第1行目に「設備の変更」とあるのを、「基板のパターンや設備の変更」と補正する。

1. 事件の表示

昭和61年特許願第45991号

2. 発明の名称

エッチングモニター装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都府中市四谷 5-8-1

名称 日電アネルバ株式会社(他1名)

代表者 安田 進

4. 代理人

住所 東京都府中市四谷 5-8-1

日電アネルバ株式会社内

氏名 (8859) 弁理士 村上 健次

5. 補正により増加する発明の数 0

6. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄

7. 補正の内容

1. 式

